

体育计算:一个新的计算机应用研究领域^{*)}

赵会群 孙 晶

(北方工业大学信息工程学院 北京100041)

摘 要 给出体育计算的定义,按照应用研究领域综述体育计算的研究现状、需要进一步解决的技术问题和解决问题的思路。介绍了视频点播技术在大型体育赛会的应用现状,提出一种适合大型体育赛会需求的视频点播方案,并介绍一个能够满足这种需求的视频点播原型系统的功能特点。介绍球类临场技战术统计分析软件的设计与实现方法,提出比赛过程以脚本划分的数据模型,从而有效地简化数据采集的数量。概述运动图像处理的技术,结合体育运动项目,提出需要解决的一些实际问题以及解决问题的方法。

关键词 体育计算,视频点播,比赛分析,运动图像处理

Sports Computing: a New Research Domain of Computer Application

ZHAO Hui-Qun SUN Jing

(School of Information Engineering of North China University of Technology, Beijing 100041)

Abstract Makes clear the Sports Computing first, and then describes contemporary state of researching, proposes the problems of research and ways for solving the problem by viewing of three different research domains respectively. The first domain is Video-on-Demand(VOD in short), in this topic how the VOD can be used in large sport games is discussed, a new scheme for video stream transmitting is proposed and the functions and properties of our VOD prototype system are demonstrated too. In the second topic, statistic and analysis methods by computer for ball sports are discussed, propose a new model for collecting the real time data, one of the advantages of the new data model is simplicity. In the end, topic image technology on dealing with action analysis is discussed, some problems and ideal for solving the problems are proposed.

Keywords Sports computing, VOD, Game analysis, Sports image process

1 引言

随着社会文明的发展与进步,体育比赛已经成为人民文化生活中不可缺少的组成部分。承办大型体育赛会已成为展示一个国家或地区综合经济实力和政治地位的舞台。与此同时,体育比赛也给地区经济发展和企业经济效益的增加带来巨大的机遇与空间。为此,各国家和地区政府投入大量的资金举办大型体育比赛,一些大企业也投入大量资金赞助体育比赛和运动队。

随着体育比赛的影响越来越大,利用计算机技术等高科技手段提高运动员的训练和比赛水平已经成为共识。一些体育运动水平较高的国家或地区,都投入了大量的资金开展该领域的研究。下面列举一些事例。

2000年悉尼奥运会中,澳大利亚利用计算机技术辅助运动员训练取得了明显的效果。著名的 DVCoach 系统^[1]就是澳大利亚自主开发的辅助训练、比赛技战术统计多功能计算机系统,该系统为澳大利亚各球类运动队的训练水平和比赛成绩的提高起到了积极的作用。

著名的意大利 DataProject^[2]公司开发的系列体育比赛统计、分析软件,被多个国家运动队和体育俱乐部采用。它可以辅助排球、篮球和网球等球类项目的临场技术统计、分析过程,为教练员提供客观的比赛现场技战术数据。

我国在体育计算机应用领域起步较晚,但大有迎头赶上的趋势。在2003年国家体育总局公布的奥运攻关项目目录中^[3],有多项内容都与计算机技术相关。如“沙滩排球临场技战术统计分析系统软件”、“击剑训练负荷计算机分析系统的研制”等。

上述事例充分说明了体育计算机应用的需求和发展。然而,作为一个新的计算机应用研究领域,体育计算还应该具有更广泛的研究内容和特点。所谓的体育计算,就是以体育竞赛和管理为应用对象,研究如何根据应用对象的特点开发新的计算机技术,以及利用这些先进计算机技术解决应用中遇到的各种技术问题,从而使运动竞技水平和管理水平有明显地提高。因此,体育计算不是简单的计算机在体育竞赛和管理中的应用,作为一个新的应用研究领域,他还要对计算机技术本身进行深入的研究,找到适合该应用领域的、具有特色的计算机技术和方法。

本文从应用入手,分三个应用专题,综述该研究领域的研究现状、需要进一步解决的问题和解决问题的方法。

2 视频点播在大型体育赛会中的应用

在大型体育赛会期间,为运动员和教练员提供即点即播的体育比赛录像和相关的视频信息,已经成为技术仲裁、运动员训练和比赛技术分析等工作中不可缺少的技术手段和工

^{*)}基金项目:本文得到北京市教委科研计划资助(编号:KM200310009026);得到北京市现场总线重点实验室科研计划资助,赵会群 博士后,教授,研究方向:体育计算。孙 晶 硕士,副教授,研究方向:多媒体技术。

具,所以视频点播在大型体育赛会应用具有现实意义。

2.1 视频点播应用研究现状及需要解决的问题

对体育比赛技术仲裁、运动员训练和比赛过程技术分析的支持,可以采用传统的电视录像技术,通过提供比赛录像带和比赛实况重播来满足上述需求。这种技术仍然是一种可采用的技术方案,但它存在以下不足:

- 对需求服务的被动性:传统的通过提供比赛录像带和比赛实况重播来满足需求的方法,运动员和教练员是被动的,他们无法实现任何地点、任何时间回放比赛录像及相关视频资料的愿望,只能在提供者方便的时候得到需求的满足。

- 媒体信息的滞后性:传统方法从电视录像带制作到节目的播出,要经历一个相对较长的制作、传播过程,不利于保证体育比赛实时性要求。

- 管理工作的复杂性:对于大型体育赛会,存在参加人员多、语言和生活习惯不一致的等因素,所以传统方法给管理带来诸多不便。

解决上述不足的一个有效方法是,提供满足大型体育赛会视频点播需求的视频点播系统(Video On Demand 简称VOD)。视频点播系统可以提供用户即点即播的视频服务,改变传统的视频播放方式,有效地解决了需求服务被动性、媒体信息的滞后性等技术问题。

由于VOD系统具有广泛的应用前景和显著经济、社会效益,有实力的公司和研究机构都加大投资力度开发VOD产品,如VnCUBE公司的MediaCUBE、FVC的V-Cache等。上述产品的技术特点都是基于单播的视频流方案。所谓的单播视频流方案是给用户提供专享的视频服务,即一个用户占用一个信道。由于上述技术特点,使得用户服务数量受到流媒体带宽的限制,无法满足大型体育赛会的需求。与普通的视频点播不同,由于大型体育赛会期间,运动员和教练员集中,点播的节目繁杂,点播的节目多用于技术动作分析等目的,所以要求视频点播系统具有支持大用户量点播要求和支持节目的快进、快退和重播等操作的能力,上述产品和技术并没有解决此类技术问题。

2.2 一种适合大型体育赛会的VOD系统方案

显然,在计算机硬件性能一定的情况下,提高VOD系统用户服务数量的有效途径是充分利用网络的带宽和客户端的资源。本节从VOD系统体系结构和视频信道调度两个方面,提出一种满足大型体育赛会的视频点播要求的分布式VOD系统方案。

2.2.1 分布式VOD系统体系结构

大型体育赛会的特点之一是比赛项目众多和比赛场地分散,这一特点决定了集中式VOD系统无法满足赛会要求。为此,我们提出一种分布式的视频点播系统方案,如图1所示。

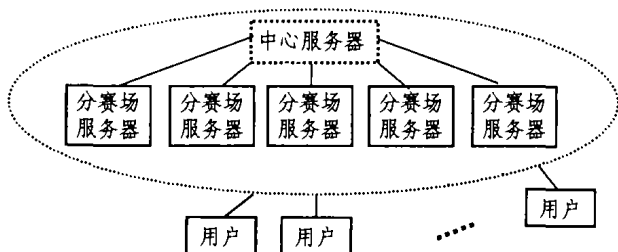


图1 分布式视频点播系统体系结构

从层次上看,分布式视频点播系统体系结构是一种三层结构,主赛场服务器,或称中心服务器、分赛场服务器和客户

终端。中心赛场服务器存放主赛场的节目,而各个分赛场服务器存放本地赛场的节目。各分赛场服务器间可以通过中心赛场服务器进行通信,用户可以点播分赛场的比赛,也可以点播其它分赛场的比赛,从而形成一个分布、并行的视频点播系统。

从相互联系角度,中心服务器负责用户管理、用户请求的交互及分赛场服务器的管理和通信。除存储主赛场的比赛之外,它还存储各分赛场的调度节目。分赛场服务器除了将节目发送到用户以外,还需要从中心服务器接收节目,响应中心服务器的管理请求等等。

2.2.2 信道的调度与控制

通过第1节的分析得出现有VOD技术很难满足用户并发数猛增情况的结论。如何提供用户的并发数量呢?K. Almeroth和M. Ammar^[4]提出一种可扩展的交互式视频流调度多播方案,其技术特点是同时为相同请求的用户播放节目,从而解决用户数受限的问题,但这种方法无法满足不同点播需求用户的个性化需求。文^[5]都提出了一种根据节目流行度分配信道的组播方案。这些调度方案的特点是结合单播和多播方案,分配一部分信道给流行节目,并把流行节目点播请求分组,集中播放该组用户所点播的节目;再分配另一部分信道用于非热门节目的点播(单播)。这种方案的不足之处是,先到达的用户必须等待。文^[6]在组播方案的基础上进行改进,提出了补块(patch)方案。补块方案的特点是后到的点播请求直接从分组中得到服务,不要求先到的点播请求等待,而错过的节目内容再另开辟一个信道来补全。上述各类改进的广播方案一定程度上缓解了信道瓶颈问题。

结合上面的分析,本文提出一个综合信道调度方案。该方案采用数据中心和用户中心相结合的策略。数据中心策略,即让多个用户共享一个视频流;用户中心策略,即服务器为每个用户生成一个单独的节目流。对流行节目采用数据中心方案,而非流行节目采用用户中心方案。在中心服务器与分赛场服务器之间,采用文件传输协议,如FTP等;而在分赛场服务器与用户之间通过视频流传输协议,如RTP/RTCP等。

在综合信道调度案中,对视频节目(比赛)按流行度进行分类,对于不同流行度的节目采用不同的信道调度方案。对于热门节目,采用我们提出的扩展幂级方案^[7]。理论及原形系统的实验证明,通过利用客户端的系统资源,在相同的网络带宽下,这些方案能比目前NVOD采用的等间隔重播降低30%~95%的延迟时间。而在相同的延时下,能节省40%~75%的网络带宽;对于冷门或流行度不高的节目;通过利用多点播送技术,采用Batching技术和Patching技术进行节目流的调度,从而大大降低对网络及服务器I/O带宽的需求,可以比传统情况下不采用这些技术的方案降低30%~80%的系统资源(服务器I/O及网络带宽)。

3 球类比赛临场技战术统计、分析

球类运动在大型体育比赛中占有相当大的比重,受到各国的重视。在球类比赛中,临场指挥是比赛胜负的关键因素之一。然而目前大多数的运动队的临场技战术指挥还是凭借教练员的现场观察和经验来进行,这种方法随着比赛的激烈程度的增加和教练员能力的限制而受到质疑。其原因之一是教练员无法客观准确地收集到临场技战术数据。如何实现球类临场技战术数据的实时统计与分析呢?目前在球类比赛中,技战术数据的统计工作基本由手工进行。比如国家女排的现场技战术数据统计分析就是由手工来进行,这显然不能满足对

比赛进行科学指导的要求,教练员只能根据经验和少的可怜的数据来进行指挥比赛。

3.1 临场技战术数据统计、分析中的问题

利用计算机进行现场技战术统计分析,显然是解决该问题的途径之一。但有以下一些问题需要解决。

- 如何进行临场技战术的实时采集:球类比赛中每一个轮次少则几秒钟结束,多则不过几分钟内结束。而球类比赛的每一个技术动作都浓缩在每个轮次中间,这给比赛临场的技战术的数据的统计时实时性提出了一个十分高的要求。
- 如何处理各种复杂的临场技战术数据:球类运动是一种瞬间的“艺术”。也就是说,球类中的技战术要在几秒钟内完成。期间要根据对方的防守情况,(多个)攻手配合实现一次进攻任务,防守也是如此。而在球类的攻防体系中,技战术多种

多样,这给统计工作带来相当大的难度。

- 如何对采集的数据进行分析:对采集到的数据进行实时分析也是一个十分困难的问题,这主要体现在两个方面。一是每个球队的攻防体系的执行效果与多种因素有关,片面的分析会引发错误的判断;二是现有的统计分析技术的局限性带来的分析能力的不足。

3.2 数据采集模型

上面谈到数据采集是本系统解决的主要问题之一,主要体现在两个方面,一是如何建立技战术数据模型,二是实时采集数据。而数据采集的设计与实现依赖于数据模型。下面首先给出实体关系模型,然后给出技战术的关系数据模型。

3.2.1 实体-关系模型 图2是临场技战术的实体-关系模型。

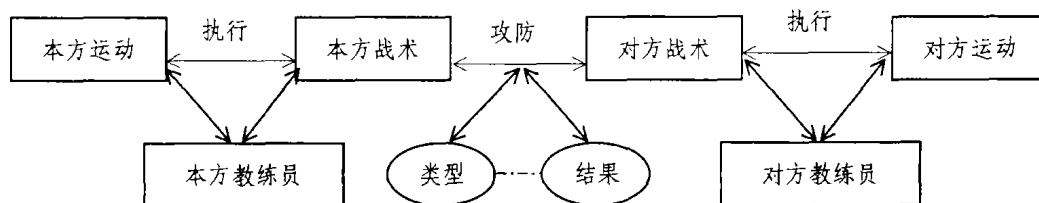


图2 技战术实体-关系模型

在图2中,教练员与运动员的关系是“部署”,与战术的关系是“制定”,而运动员与战术之间的关系是“执行”。也就是说,教练员根据比赛的情况指挥运动员执行预先制定的各种战术。本方战术与对方战术之间的关系是“攻防”,“攻防”关系也具有属性,分别为攻防类型、结果等等。在下面的攻防数据模型中将进一步讨论上述属性。

3.2.2 攻防技战术数据模型 在图2所示的实体-关系模型中,攻防关系体现了临场技战术的执行情况,是技战术数据采集的对象,所以如何建立攻防关系的数据模型是数据采集的关键。在本系统中把攻防关系理解成为比赛进程的脚本,它记录了比赛的全过程。

攻防关系的数据模型采用关系数据库模型表示,它的属性有攻防类型、进攻战术、防守战术、战术编号、参与进攻队员、参与防守的队员、执行结果。具体含义如下:

- 脚本编号:是记录的流水号,是关键字。
- 攻防类型:表示本轮次(脚本)本队是进攻,还是防守。
- 进攻战术:表示进攻中采用的战术,如排球比赛中的平拉开、短平快等。当本队为防守时,该纪录为对方的进攻战术。
- 防守战术:表示防守中采用的策略,如排球比赛中的312或321防守。当本方为进攻时,该记录为对方的防守战术。
- 战术编号:是各类技战术的代号,是技战术实体的关键字。
- 参与进攻队员:参加进攻的队员,用球衣号码表示。无论什么战术,进攻队员可以是多个,所以该数据项最多为6项。当战术类型为防守时,该项表示参加防守的队员。
- 参与防守队员:含义与参加进攻队员项相同。
- 执行结果:有三种可能,成功、失败和无结果。

3.3 系统分析与设计方法

3.3.1 系统分析方法 针对上面提出的问题,“球类比赛临场技战术统计分析系统”系统目标和主要研究内容如下:

- 通过开发“球类比赛临场技战术统计分析软件”提供比赛临场各种技战术数据的实时采集。具体研究内容包括:①如何设计实现能够适应比赛节奏的、实时数据采集人机接口;②

如何提供一个友好的人机界面,以便教练员(非计算机专业操作人员)使用。

- 能够对采集后的数据进行实时处理,具体研究包括:①如何提供快速、准确、有效的比赛临场统计数据;②如何提供有辅助决策意义的分析数据;③如何提出比赛对手情况的查询。

- 根据比赛场地的要求,提供一个可靠性较高、可移动的系统平台,具体内容包括:①如何提供容错能够较强的计算机软件系统;②如何提出可移动的计算机操作平台。

对上述研究内容而言,技术关键主要体现在以下几个方面:

- 现场数据的采集技术:本系统要求对临场球类比赛的技战术数据进行实时统计和分析。无论是统计还是分析,都要求采集足够多的技术数据。如何解决大量的技战术数据输入的瓶颈是技术关键。本课题拟采用鼠标点击和触屏技术解决这一技术问题,这种技术虽然是传统的输入技术,其速度并不占优势,但如果巧妙设计输入界面,其输入速度还是可以满足大量的技战术数据的输入要求。另外,鼠标点击和触屏技术是目前最为稳定的输入技术之一。

- 数据处理技术:本课题的主要功能对球类比赛中各种技战术执行情况进行分析,这是一个复杂的问题。就目前的分析技术而言,一般的统计方法的分析效果还无法达到系统要求。本课题拟采用数据挖掘技术来增加系统分析能够。

3.3.2 系统设计方法 根据系统分析结果,下面给出系统体系结构框架、数据模型和数据分析方法,如图3所示。



图3 系统体系结构图

系统由采集器、数据处理器和教练员构成。

·采集器:负责收集与比赛相关的技战术信息,它包括时实采集和数据导入两种采集方法。①时实采集:通过运用快速数据采集技术对临场技战术数据进行采集;②数据导入:通过(无线)网络设备采集相关比赛信息。

·数据处理器:负责对采集到的各类技战术数据进行综合统计分析,包括数据统计和相关分析。①数据统计:实现对临场技战术数据的常规统计,如一发成功率、一攻成功率等等;②战术分析:结合对手的情况进行综合分析,并给出战术指导性建议。

·教练员:实现对临场技战术数据的采集,适时查询各类统计分析数据和辅助支持。

4 运动图像的计算机分析

运动员的技术动作质量是比赛过程中发挥技战术水平的最基本的要素之一,对运动员的技术动作进行有效地分析是技术改进和创新的必要手段,而利用计算机技术对运动图像进行处理和分析是一种十分有效的技术手段之一。下面主要给出面临的技术问题和解决问题的思路。

4.1 需要解决的实际问题

在奥运会项目中,有一些项目对技术动作的要求比较特殊,如体操和跳水项目等。这类项目的技术动作质量要求高,而且风险很大,所以技术动作的创新难度也就相当大,必须有严格的技术动作分析保证才行。还有一些项目,运动员的技术动作与运动器械的运动状态的变化有着密切的关系,如乒乓球、网球和羽毛球等,这类运动项目的运动器械(乒乓球、网球和羽毛球)的旋转、力量和落点等等直接影响运动员的技战术的发挥,所以分析球的运动规律也是十分重要的工作。在上述项目中,无论是对运动员的技术动作,还是运动器械的运动状态的分析,只通过教练员的直观分析远远不能满足技战术质量的要求,而通过计算机进行运动图像的分析和处理是解决此类问题的有效办法之一。

该应用领域中需要解决的实际问题有:

·建立难新动作的标准库,确定标准库中的各类动作的技术动作指标和要点。

·对运动员的重点动作、难新动作进行运动生物力学诊断与分析,找出完成动作的关键,提出改进技术动作的要点。

·对球类等运动器械及运动员人体的三维运动轨迹及三维投影图进行分析,能够显示球体任意点瞬时速度、加速度、时间、距离、角度等。能够分析运动员的相对技术动作等。

4.2 相关技术

归纳上述技术问题后不难发现,解决此类问题的关键技术在于运动图像的识别与分析技术,与运动图像处理与图像压缩技术密切相关。目前图像压缩技术主要分为两类:一类是以 MPEG-1(Moving Picture Expert Group)和 MPEG-2为代表的,基于帧压缩的第一代压缩标准;第二类是以 MPEG-4为代表的,基于内容压缩多媒体压缩标准。

MPEG-1特点如下^[8]:

·支持随机存取:这一特性使得被压缩的视频流能够在中间进行存取,并且能在限定的时间内对视频的任一帧进行解码。随机存取的时间大约可达0.5s。

·快速正向/逆向搜索:对压缩数据流可以进行扫描,并利用合适的存取点来显示所选择的图像,以实现正向快速搜索和逆向快速搜索。

·逆向重播:支持逆向重播,以支持交互的应用。

·视听同步:定义了用于多音频、视频信号同步和合成的工具和手段。

·容错性:使数字存储介质和通信介质产生错误的时候有较强的鲁棒性。

·编码/解码延迟:对同步要求较高的应用,如视频电话的应用,可以保证系统的延迟时间低于150ms。

MPEG-2在保持 MPEG-1特点的同时,克服并解决了 MPEG-1不能满足日益增长的多媒体技术、数字电视技术对分辨率和传输率等方面的技术要求的缺点。MPEG-2标准支持将一个或多个音频、视频或其他基本数据流合成单个或多个数据流,以适应存储和传送。

MPEG-1和 MPEG-2都是基于帧的压缩标准,显然不能满足基于内容的访问和操作。MPEG-4和 MPEG-7在这一方面进行了改进,实现了基于内容的编码要求。

MPEG-4能够支持多种媒体应用(主要是侧重于多媒体信息内容的访问),可根据应用要求不同来现场配置解码器。除此之外,MPEG-4的编码系统是开放的,可以随时加入新的有效的算法模块。这对于以前基于专用硬件的压缩编码方法都是不可想象的。

MPEG-7是在基于内容的多媒体信息检索呼声不断高涨而 MPEG-4还没有最后定稿的情况下提出的一种编码方案。它与 MPEG-4在基于内容的编码技术上有相似的功效,他们可以广泛地用于数字图书馆的检索、多媒体信息服务(如黄页)等。

针对需要解决的实际问题,MPEG-4和 MPEG-7比较适合体育运动图像的加工和处理。由于计算机图像处理技术还没有达到上述领域应用的要求,所以对该领域的应用研究目前还处在起步阶段。

总结 以上分三个专题,综述了体育计算的研究现状、需要解决的实际问题以及解决这些问题的方法和思路。为进一步开展该领域的研究提供了参考性建议。“体育计算”一词在本文中首次提出,是笔者的个人意见,但作为一个迅速发展的计算机应用研究领域,强调其研究领域的特殊性有其必要要求。2008年奥运会将在北京召开,深入开展该领域的研究有一定的现实意义。

参考文献

- 1 DVCoach [EB/OL]. <http://www.prowess.com.au>
- 2 DataProject [EB/OL]. <http://www.dataproject.com>
- 3 奥运攻关项目指南[EB/OL]. <http://www.sports.gov.cn>
- 4 Almeroth K, Ammar M. The use of multicast delivery to provide a scalable and interactive video-on-demand service [J]. IEEE Journal on Selected Areas in Communications, 1996, 14(5): 1110~1122,
- 5 Dan A, Sitaram D, Shahabuddin P. Scheduling Policies for an On-Demand Video Server with Batching [C]. In: Proc. of ACM Multimedia, Oct. 1994. 168~179
- 6 Hua K, Cai Y, Sheu S. Patching: A Multicast Technique for True Video-on-demand Services [C]. In: Proc. ACM Multimedia, Sep. 1998
- 7 Yan R, Yuan G. Extended Exponential Broadcasting: A New Broadcasting Scheme for Video-on-Demand Systems [C]. In: 2001 Intl. Conf. on Computer Networks and Mobile Computing, Beijing, China, 2001. 461~466
- 8 钟玉琢,等.基于对象的多媒体数据压缩编码国际标准—MPEG-4及其校验模型[M]. 科学出版社,2000